



TITLE:

理系実験室の使用電力を俯瞰する

AUTHOR(S):

大岡, 忠紀

CITATION:

大岡, 忠紀. 理系実験室の使用電力を俯瞰する. 京都大学大学院工学研究
科技術部報告集 2017, 14: 53-56

ISSUE DATE:

2017-06

URL:

<https://doi.org/10.14989/226019>

RIGHT:

理系実験室の使用電力を俯瞰する ～1 時間毎の電力データを用いて 1 年間を俯瞰する～

大岡 忠紀

(京都大学工学研究科附属環境安全衛生センター)

ohoka.tadanori.4c@kyoto-u.ac.jp

キーワード: 省エネルギー、実験室、データ解析

1. はじめに

京都大学桂キャンパスは 2003 年に開学し、当初から殆どの分電盤に電力メーターを設置しており、研究室は使用した電力量を WEB 上からモニターできる。10 年以上前から運用しているシステムであり、現在出回っているものと遜色ないものであるが、サイトをみて研究室で節電対策を行ったという事例は聞いた事がない。

今夏も工学研究科では、空調の温度設定や照明機器の間引きなどの節電対策を各研究室に依頼した。しかし、これらの対策が有効なのはキャンパスの総電力使用量の 2 割にも満たない昼間の活動に対してであり、より節電を行うのであれば各実験室に個別の対策を提案する事が必要である。

節電対策とは、要するに人の行動や実験設備の稼働状況を変える事である。今まで蓄積してきた膨大な電力データを用いて、各実験室の活動状況を明らかにすることで、具体的で有効な対策を提案する事ができるのではないだろうかと考え、本手法を検討した。

2. 電力データから活動を解析する

図 1. は桂キャンパスにある理系実験室の 2010/1/1～3/31 までの使用電力を表したものである。この実験室は有機合成系の化学実験室であり、計測範囲には、照明や空調 (GHP)、実験装置、ドラフトチャンバー等の機器が含まれている。

各折れ線は、日毎の使用電力の 24 時間変動を示している。9 時頃に急激に増え、日中の使用量は横ばいのまま推移し、真夜中を過ぎてから減少し始める日が多いのが分かる。

計測範囲の機器種と上記の稼働状況から、この研究室は、9 時頃から研究活動を開始し、照明や実験機器を一斉に立ち上げるが、特に帰宅時には停止可能な機器を停める事が習慣として根付いている事が分かる。また、日中の使用量が山なりではなく横ばいである事から出力変動は小さいが使用電力の大きい機器を稼働させていると考えられる。この他に使用電力が 4-5 kW 以下にならない事から常時稼働している機器が一定ある事が分かる。

このように機器種と使用電力の 24 時間変動データから、研究室の大雑把な活動パターンを推察する事は可能である。

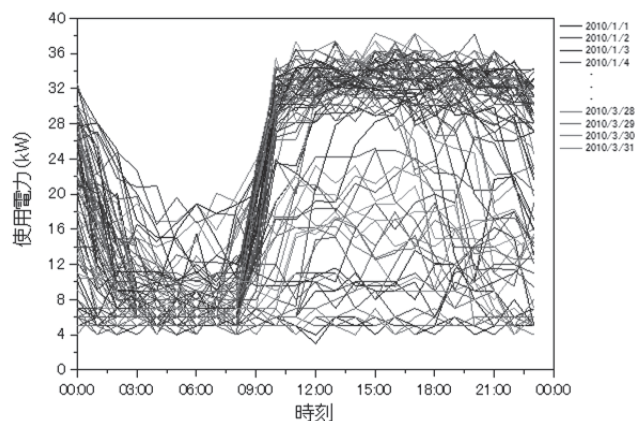


図 1. 理系実験室の 24 時間使用電力
(2010/1/1～3/31)

3. 視点を変える

図 1. から行動を解析する事は可能であるが、複数の線が重なるため視認性が非常に低い。また、季節や曜日といった時刻変化以外の情報を読み取るには、抽出するなどの操作が必要であり手間がかかる。

図 2. は図 1. に軸を追加する事で日毎データの重なりを解消し、斜め上から俯瞰したものである。図 1. では日中の使用電力変動が非常に小さい日がある事は分かるが、図 2. からはそれが 3 月末である事が一目で分かる。グラフ中央の密集している箇所の状態は未だ分かりにくい。

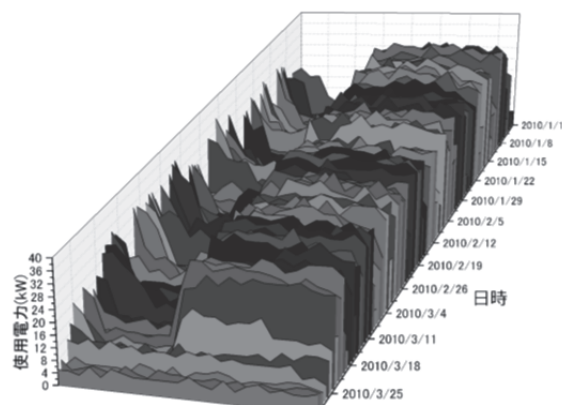


図 2. 理系実験室の 24 時間使用電力俯瞰図
(2010/1/1～3/31)

3. 活動を俯瞰する

図 3. は図 2. を天頂方向から俯瞰した使用電力図である。Z 軸方向の使用電力は、数値に基づいて色調を変える事でその多い少ないを視覚的に表現した。また、数値そのものを表示する事で具体的な量として把握できるように工夫した。

この図からこの研究室では、基本的には日曜日を休日としていると推定される。また、土曜日は平日よりも活動時間が短い事が読み取れる。図 2. からは分からなかったが、1/1, 1/2 も日中の使用電力変動が小さい日である事が分かる。また平日であっても使用電力が 4-5 kW まで下がる事があることから、帰宅時の電源停止が徹底していると考えられる。

以上から、この研究室で節電を行うのであれば、次のような対策が考えられる。

1. 日中の使用電力を減らす対策として、日中のみに常時稼働している機器としてドラフトチャンバーがあるので、排風機をインバーター化する事で使用電力が減る事が期待できる。
2. 正月や明け方など研究室が活動していない時間帯に常時稼働している機器があるので、それらの使用状況を変更する事は削減余地となりうる。

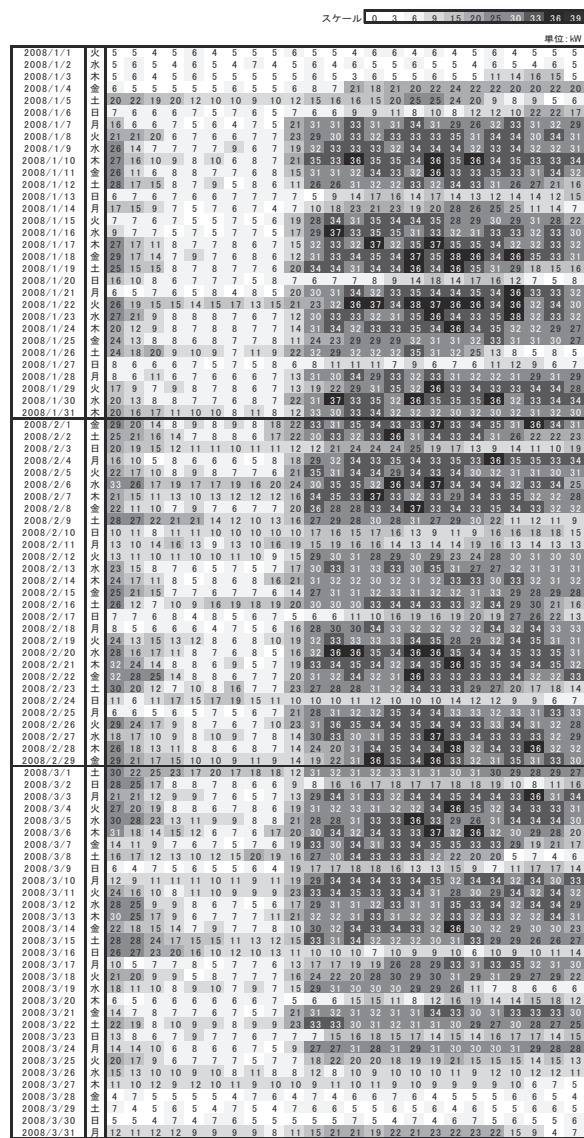


図 3. 理系実験室の 24 時間使用電力俯瞰図
(天頂方向) (2010/1/1～3/31)

4. 省エネ改修事例の検証

表 1. は、前述の化学系実験室のドラフトチャンバー排風機の電源をインバーター化した際の改修前後の月間電力使用量である。定格電力が 2.2 kW である排風機 5 台を 2008 年の秋に改修した。なお、1 台の排風機で 5 台のドラフトチャンバーの排気を行っている。

表 1. ドラフトチャンバー改修による節電効果

	電力使用量(kWh)		
	1月	2月	3月
2008年	4,175	5,115	4,246
2010年	2,425	2,493	3,316

改修前（2008 年）と改修後（2010 年）では月のよってバラつきはあるが、30～40%程度の削減効果があったのが分かる。この結果から、この実験室においてドラフトチャンバーの排風機をインバーター化する事は削減提案としては有効であったと言える。ただ、2010/3 月の電力使用量が他の月に比べて 3 割程多いのは、許容範囲であるかが疑問に残る。

実はこの改修では、排風機の出力を切り下げるだけでなく、ドラフトチャンバーのフードを閉じた分に応じてよりインバーターが働くような細工を行った。そのため、開放状態で稼働すればインバーターの働きは小さくなり、節電効果は小さくなる。

そこで削減効果のバラつきとドラフトチャンバーの開度が影響していたかの検証を行う。

図 4. は、表 1. の 2008 年と 2010 年の 24 時間使用電力を表したものである。この図からドラフトチャンバーの使用パターンとして以下の行動が読み取れる。

- ・平日は 9 時頃に稼働を開始し、24 時頃には停止し帰宅している
- ・土曜日でも平日同様に稼働している
- ・日曜日は、基本的には稼働させていない
- ・2008 年と 2010 年ともに同様の行動を行っている
- ・2008 年の稼働時における使用電力は 10～12 kW であり、2010 年は 5～7 kW、10～12 kW のパターンがある

以上から、表 1. において 2010/3 月中旬の使用電力が改修前と同様の 10～12 kW である事から、この時期は開放状態でドラフトを稼働していたと考えられる。その結果、3 月は他の月に比べて電力使用量が多かったと考えられる。

4. まとめ

1 時間毎のデータを用いた電力俯瞰図を提案し、その有用性について検証を行った。

まず、電力データを用いて研究室の研究開始時刻及び終了時刻、また土日の出勤状況などの行動パターンを容易に読み取ることが可能である事が確認できた。そして、そのパターンに基づいた個別の対策を提案するができた。この他に、節電対策実施前後の行動パターンを比較する事で節電対策の条件が同一であるかの検証を行う事ができた。

この俯瞰図は、容易に大量のデータを簡易に扱う事ができ、中期・長期的な傾向が一目で把握しやすいので、日頃意識しない行動パターンが可視化されるという面白さがある。その特徴を活かし、研究室と積極的に対話を行い、具体的かつその研究室にあった節電提案を行う事に役立てば幸いである。

単位: kWh

単位: kWh

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
2008/1/1	火	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008/1/2	水	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008/1/3	木	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	4	0
2008/1/4	金	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	7
2008/1/5	土	6	6	6	6	2	2	2	2	2	4	5	4	5	4	8	9	10	10	8	2	2	1	1	1
2008/1/6	日	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	4	2	1	1	3	3	3	8	8	6	6
2008/1/7	月	4	0	0	0	0	0	0	0	0	9	12	12	11	12	12	12	12	11	12	12	12	12	12	11
2008/1/8	火	7	6	7	0	0	0	0	0	0	9	10	11	11	11	11	12	11	12	11	12	11	12	12	11
2008/1/9	水	9	3	0	0	0	0	0	0	0	6	12	11	12	12	12	11	12	12	11	12	12	11	12	11
2008/1/10	木	10	4	0	0	0	0	0	0	0	6	13	12	12	12	11	12	12	12	11	12	12	12	12	12
2008/1/11	金	10	1	0	0	0	0	0	0	0	4	11	10	10	12	12	12	12	12	12	12	12	10	13	12
2008/1/12	土	11	6	3	1	0	0	0	0	0	2	10	11	11	12	12	12	12	12	12	12	9	10	7	5
2008/1/13	日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	3
2008/1/14	月	4	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6	6	7	6	6	11	10	10	10	5	4	1
2008/1/15	火	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	10	10	10	12	11	11	11	11	11	11	11	11	11	7
2008/1/16	水	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	11	13	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13	12	12
2008/1/17	木	11	5	3	0	0	0	0	0	0	4	11	11	11	12	12	12	13	12	12	11	12	12	12	12
2008/1/18	金	11	7	3	0	0	0	0	0	0	2	10	12	11	12	12	11	12	12	12	12	12	13	12	13
2008/1/19	土	9	4	4	1	0	0	0	0	0	7	12	12	12	13	12	11	12	12	12	11	6	4	5	0
2008/1/20	日	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6	6	7	6	4	0	0	0
2008/1/21	月	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
2008/1/22	火	11	6	5	5	6	6	5	6	7	7	10	11	12	12	12	12	12	12	11	12	12	12	11	11
2008/1/23	水	10	7	1	0	0	0	0	0	0	1	11	12	12	12	11	12	12	12	11	12	13	12	11	12
2008/1/24	木	6	2	0	0	0	0	0	0	0	3	11	13	12	12	12	12	13	12	12	12	12	11	10	10
2008/1/25	金	8	2	0	0	0	0	0	0	0	2	9	10	11	12	11	11	12	11	12	11	11	11	11	9
2008/1/26	土	8	5	6	2	2	1	2	2	1	10	11	10	10	12	11	12	11	13	10	3	0	0	0	0
2008/1/27	日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0
2008/1/28	月	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	10	10	10
2008/1/29	火	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7	8	10	10	10	10	12	12	12	12	12	12	11	10
2008/1/30	水	7	3	0	0	0	0	0	0	0	8	12	13	12	11	12	12	12	11	12	12	11	12	12	12
2008/1/31	木	6	5	4	1	0	0	0	0	0	1	11	10	10	10	10	10	10	10	11	10	10	10	10	10
2008/2/1	金	10	5	3	0	0	0	0	0	6	7	11	10	10	12	11	12	12	11	12	11	12	12	12	12
2008/2/2	土	9	8	6	4	0	0	0	0	5	8	11	12	12	11	12	12	12	12	12	11	10	5	6	6
2008/2/3	日	6	4	3	2	2	2	2	1	2	2	7	8	8	8	8	6	4	2	1	3	2	2	6	2
2008/2/4	月	6	1	0	0	0	0	0	0	0	7	11	11	13	12	12	12	12	12	12	13	12	12	13	12
2008/2/5	火	9	8	1	0	0	1	1	0	0	7	13	11	12	11	11	12	11	11	11	11	12	12	12	12
2008/2/6	水	14	11	8	7	8	8	8	7	9	10	12	13	12	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	10
2008/2/7	木	6	3	2	2	2	2	2	3	2	4	12	12	11	12	11	12	12	11	12	12	11	12	11	11
2008/2/8	金	6	3	1	1	0	0	0	0	0	7	13	12	12	12	13	12	12	12	12	13	12	13	12	11
2008/2/9	土	11	10	9	6	7	3	2	2	2	4	12	12	13	12	12	13	12	12	13	7	2	2	1	1
2008/2/10	日	1	2	1	3	1	2	1	1	1	2	5	5	5	5	3	3	2	1	5	5	7	6	6	0
2008/2/11	月	3	1	3	5	3	2	2	5	7	5	7	5	5	3	3	2	5	4	3	3	2	3	2	3
2008/2/12	火	3	2	2	2	2	2	2	2	3	12	13	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	12	13
2008/2/13	水	7	4	1	0	0	0	0	0	0	5	11	11	12	11	11	11	12	11	11	10	12	11	11	11
2008/2/14	木	9	5	2	0	0	0	0	0	4	8	11	12	11	11	12	11	12	12	11	12	12	11	12	12
2008/2/15	金	10	9	4	0	0	0	0	0	0	4	11	12	12	13	12	12	12	13	12	13	11	11	11	11
2008/2/16	土	3	3	1	1	1	6	6	7	6	7	12	12	12	12	13	12	13	13	13	13	11	9	7	7
2008/2/17	日	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	6	0	6	7	5	9	12	12	9	5
2008/2/18	月	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	12	13	13	12	12	13	12	13	13	13	12	13	12	13
2008/2/19	火	9	2	4	3	3	0	0	0	1	6	13	13	12	12	12	12	13	12	12	12	13	12	13	12
2008/2/20	水	11	4	6	3	0	0	0	0	0	4	13	12	12	12	12	13	12	12	13	12	13	13	13	12
2008/2/21	木	13	8	4	0	0	0	0	0	0	6	12	12	13	12	12	12	13	12	13	13	13	13	13	12
2008/2/22	金	13	12	10	4	0	0	0	0	0	8	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
2008/2/23	土	12	6	2	0	1	0	4	0	0	9	11	12	12	12	12	13	13	12	10	7	7	7	6	6
2008/2/24	日	2	0	3	6	5	6	6	6	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	3	3	1	1	1	0
2008/2/25	月	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	10	12	13	12	13	12	13	12	13	13	13	13	13	13
2008/2/26	火	12	9	6	1	0	0	0	0	2	8	11	13	13	12	13	13	12	13	12	12	13	12	10	10
2008/2/27	水	6	5	3	1	1	1	1	1	1	4	12	13	13	12	13	12	13	12	12	12	12	12	12	12
2008/2/28	木	10	6	2	1	1	0	0	0	0	4	9	8	12	12	13	12	13	12	12	12	12	12	12	12
2008/2/29	金	11	8	6	4	2	2	2	2	2	4	8	8	12	12	11	12	12	12	11	12	12	12	12	12
2008/3/1	土	12	8	11	8	6	7	6	6	6	3	12	12	11	11	12	12	12	12	12	11	11	11	10	10
2008/3/2	日	11	10	5	1	1	0	0	0	0	1	0	4	4	4	4	4	4	4	5	1	0	1	5	5
2008/3/3	月	10	7	2	1	1	0	0	0	0	3	11	11	12	11	12	12	12	13	12	13	12	13	12	12
2008/3/4	火	11	8	0	0	0	0	0	0	1	5	11	12	13	11	12	11	13	12	13	13	12	13	13	13
2008/3/5	水	12	10	9	3	2	3	1	2	1	8	11	12	12	12	12	13	13	12	13	13	12	12	14	13
2008/3/6	木	13	6	4	4	4	0	0	0	5	8	12	13	12	12	12	11	13	12	12	11	11	10	10	7
2008/3/7	金	14	3	1	0	0	0	0	0	0	7	12	12	11	11	12	13	12	12	11	11	7	7	5	5
2008/3/8	土	6	5	4	3	3	3	5	8	7	4	9	11	13	12	12	12	11	6	6	5	0	0	0	0
2008/3/9	日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	5	6	6											

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
2010/1/1	金	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2010/1/2	土	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	5	4	5	4	5	4	5	5	4	5	4
2010/1/3	日	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2010/1/4	月	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	4	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3
2010/1/5	火	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6	6	5	6	6	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6
2010/1/6	水	4	1	0	0	0	0	0	0	2	5	6	6	5	6	6	7	5	6	5	7	6	6	6	6
2010/1/7	木	6	3	0	0	0	0	0	0	1	4	6	6	5	6	5	7	5	6	5	6	5	6	6	5
2010/1/8	金	5	2	0	0	0	0	0	0	0	3	6	6	6	5	6	6	6	6	7	6	6	5	5	2
2010/1/9	土	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	6	8	7	6	6	7	7	6	6	6	6	6	4
2010/1/10	日	3	2	2	2	2	1	2	1	0	1	0	1	1	0	1	3	5	5	5	5	5	5	3	1
2010/1/11	月	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	3	5	4	5	3	1	1	1
2010/1/12	火	1	1	2	1	1	1	0	1	1	4	6	6	6	6	7	6	6	6	7	6	6	6	6	6
2010/1/13	水	4	2	0	0	0	0	1	0	1	2	6	6	5	5	5	6	5	5	4	5	5	6	6	6
2010/1/14	木	5	5	4	2	0	0	0	0	0	2	5	5	5	4	5	5	5	6	5	5	5	5	5	5
2010/1/15	金	4	2	2	0	0	0	0	0	0	2	5	5	5	4	5	5	6	5	6	4	6	5	6	6
2010/1/16	土	4	4	2	0	0	0	0	3	4	5	6	6	6	5	6	5	6	6	6	6	6	6	6	6
2010/1/17	日	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5	4	4	5	5	5	6	6	4	2	1	1
2010/1/18	月	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	6	5	6
2010/1/19	火	5	4	0	0	0	0	0	0	0	5	6	6	6	6	8	9	9	9	9	7	5	7	7	7
2010/1/20	水	7	2	2	1	1	0	0	0	4	6	7	7	7	9	10	10	10	9	9	9	9	8	8	8
2010/1/21	木	5	3	4	3	2	1	0	0	0	4	8	8	10	6	7	7	6	6	7	6	6	7	7	7
2010/1/22	金	6	2	2	0	0	0	0	0	1	3	6	5	6	5	6	6	5	6	6	6	6	6	6	6
2010/1/23	土	6	5	4	2	0	1	0	1	0	4	5	6	6	6	6	7	7	6	6	7	6	6	6	5
2010/1/24	日	4	1	1	0	0	0	0	0	0	3	3	1	0	1	0	3	4	2	3	4	3	4	3	3
2010/1/25	月	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	5	5	6	5	5	5	5	5	5	7	5	7	6	6
2010/1/26	火	5	3	1	0	0	0	0	0	0	4	5	7	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6
2010/1/27	水	6	3	2	2	0	0	0	0	0	3	6	7	6	6	7	7	7	7	6	7	6	6	7	6
2010/1/28	木	6	5	3	0	0	0	0	0	0	5	6	7	6	6	6	7	7	6	7	6	6	6	6	6
2010/1/29	金	6	1	1	0	0	0	0	0	1	5	7	6	5	6	6	7	6	7	6	7	5	6	6	6
2010/1/30	土	6	5	0	1	0	0	0	0	1	5	6	7	6	6	6	8	8	6	5	6	6	6	3	3
2010/1/31	日	3	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	3	3	3	3	4	2	3	1	1

図 4. ドラフトチャンバーの 24 時間使用電力俯瞰図

(左図: 2008/1/1~3/31、右図: 2010/1/1~31)

※本稿は「2016年度 名古屋大学 機器・分析技術研究会 報告集」に掲載されたものです。